

Method and device for regulating and limiting the power of a heating plate made of ceramic or similar material.**Patent number:** EP0471171**Publication date:** 1992-02-19**Inventor:** KRISTEN KLAUS (DE); TAPLAN MARTIN (DE); SCHEIDLER HERWIG (DE); SCHULTHEIS BERND (DE)**Applicant:** ZEISS STIFTUNG (DE); SCHOTT GLASWERKE (DE)**Classification:****- international:** H05B3/74**- european:** H05B3/74P**Application number:** EP19910110463 19910625**Priority number(s):** DE19904022846 19900718**Also published as:**

US5352864 (A1)

JP5347177 (A)

EP0471171 (A3)

DE4022846 (A1)

EP0471171 (B1)

Cited documents:

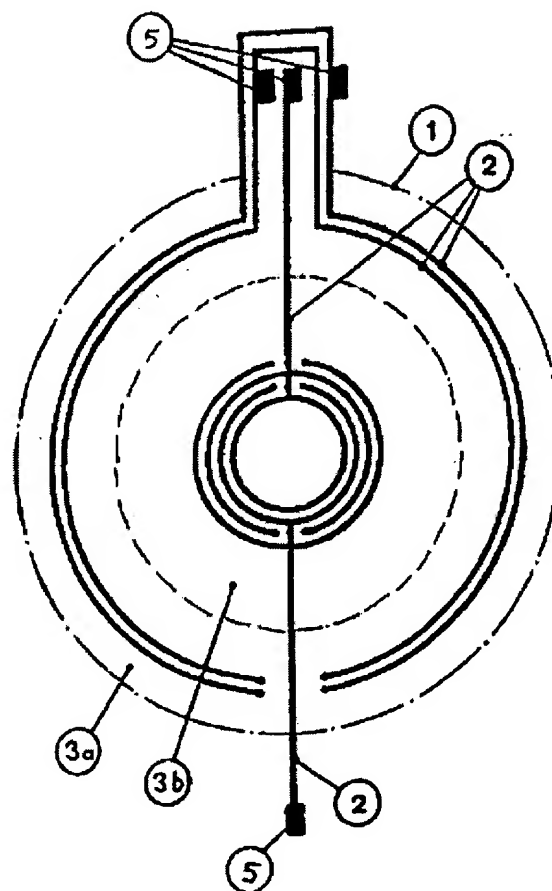
GB2060329

EP0138314

GB2138659

Abstract of EP0471171

A method is described for regulating and limiting the power of a heating plate made of ceramic or similar material, in particular a glass-ceramic cooking plate. In a heating plate in which the individual heating zones are in each case heated by a plurality of heating elements which can be switched and controlled independently of one another, it is provided according to the invention that the individual heating elements are switched and regulated independently of one another, by means of a plurality of temperature sensors which are independent of one another and are arranged in the region of the heating zone such that all the points of the regions which are significant for one load case, particularly local hotspots, are detected, in such a manner that the power distribution in the heating zone region is largely matched to the locally different heat extraction. This has the advantage that the heating system can be used optimally, while the thermal stress of the heating plate material is, however, reduced.

**Fig. 1**

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 471 171 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(21) Anmeldenummer: **91110463.6**(51) Int. Cl. 5: **H05B 3/74**(22) Anmeldetag: **25.06.91**(30) Priorität: **18.07.90 DE 4022846**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.92 Patentblatt 92/08(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI(71) Anmelder: **Schott Glaswerke**
Hattenbergstrasse 10
W-6500 Mainz(DE)(84) **CH DE ES FR IT LI AT**(71) Anmelder: **Carl-Zeiss-Stiftung trading as**
SCHOTT GLASWERKE
Hattenbergstrasse 10**W-6500 Mainz 1(DE)**(84) **GB**(72) Erfinder: **Schultheis, Bernd**
Silvanerweg 2**W-6501 Schwabenheim(DE)**
Erfinder: **Kristen, Klaus**
Emserstrasse 7**W-6200 Wiesbaden(DE)**Erfinder: **Taplan, Martin****Rheinstrasse 166****W-6507 Ingelheim(DE)**Erfinder: **Scheldler, Herwig****Zeisigweg 5****W-6500 Mainz(DE)**(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Leistungssteuerung und -begrenzung bei einer Heizfläche aus Glaskeramik oder einem vergleichbaren Material.**

(57) Es wird ein Verfahren zur Leistungssteuerung und -begrenzung bei einer Heizfläche aus Glaskeramik oder einem vergleichbaren Material, insbesondere einer Glaskeramikkochfläche beschrieben. Bei einer Heizfläche, bei der die einzelnen Heizzonen jeweils mit mehreren, unabhängig voneinander schalt- und steuerbaren Heizelementen beheizt werden, ist nach der Erfindung vorgesehen, mittels mehrerer voneinander unabhängiger Temperatursensoren, die im Bereich der Heizzone so angeordnet sind, daß alle für einen Belastungsfall wesentlichen Stellen der Bereiche, insbesondere örtliche Überhitzungen, erfaßt werden, die einzelnen Heizelemente unabhängig voneinander so zu schalten und zu steuern, daß die Leistungsverteilung im Heizonenbereich weitgehend an den örtlich unterschiedlichen Wärmeentzug angepaßt ist. Dies hat den Vorteil, daß das Heizsystem optimal genutzt werden kann, die thermische Belastung des Heizflächenmaterials dabei jedoch herabgesetzt wird.

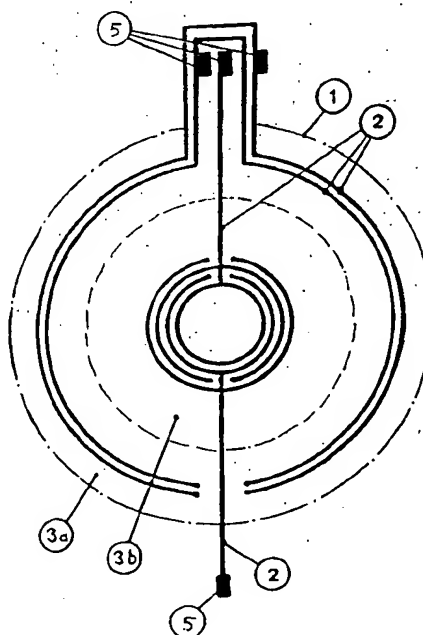


Fig. 1

EP 0 471 171 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungssteuerung und -begrenzung bei einer Heizfläche aus Glaskeramik oder einem vergleichbaren Material, insbesondere einer Glaskeramikkochfläche, wobei die einzelnen Heizzonen der Heizfläche in an sich bekannter Weise mit Heizeinrichtungen mit mehreren unabhängig voneinander schalt- und steuerbaren Heizelementen beheizt werden. Die Erfindung betrifft des weiteren eine bevorzugte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bei einem Kochfeld mit Glaskeramikkochfläche.

Heizflächen aus Glaskeramik oder einem vergleichbaren Material finden beispielsweise auch Verwendung als Wand- oder Deckenstrahler, Wärmetauscher oder andere großflächige Beheizungseinrichtungen, die in beliebiger Weise beheizt werden können.

Von besonderem Interesse sind heutzutage elektrisch oder gasbeheizte Kochfelder oder Einzelkochstellen, deren Heizfläche aus Glaskeramik besteht. Kochfelder dieser Art sind allgemein bekannt und schon vielfach in der Patenlliteratur beschrieben worden. Die Beheizung der Heizzonen dieser Kochfelder (ohne Beschränkung der Allgemeinheit werden die Heizzonen bei Kochfeldern im folgenden auch Kochzonen genannt) erfolgt mittels unterhalb der Glaskeramikkochfläche angeordneter Heizeinrichtungen, z.B. elektrisch betriebene Kontakttheizelemente, Strahlungsheizelemente oder Gasbrenner. Weiterhin sind noch Induktionskochfelder bekannt.

Bei den bekannten Haushaltskochfeldern wird die Heizleistung für die Heizeinrichtungen durch Vorgabe vom Benutzer fest eingestellt oder durch ein wählbares Zeitprogramm elektronisch, elektromechanisch oder, bei Gasherden über Ventile, rein mechanisch gesteuert. Entsprechende Steuerungen sind beispielsweise in der Patentschrift DE-PS 3 639 186 A1 beschrieben.

Es ist bekannt, Heizzonen eines Glaskeramikkochfeldes, die einen größeren Durchmesser aufweisen, zum Beispiel um Töpfe mit größerem Durchmesser und/oder unrunder, beispielsweise ovaler, Bodenfläche zu erhitzen, mit Heizelementen mit mehreren Heizkreisen zu beheizen. Es ist auch bekannt, neben den ständig in Betrieb befindlichen Dauerheizelementen sog. Zuschaltheizelemente einzusetzen, die nur in der Ankochphase mit Leistung beaufschlagt werden, um eine beschleunigte Aufheizung der Kochzone zu erzielen. Die geometrische Anordnung der Heizelemente bzw. Heizkreise unterhalb einer Heizzone ist dabei üblicherweise an die Geometrie des Kochgeschirrs angepaßt.

So wird zum Beispiel in der DE-OS 33 14 501 A 1 eine Heizplatte mit zwei zueinander konzentrischen Heizkreisen beschrieben, bei welcher der äußere Heizkreis als Zuschaltheizkreis ausgelegt ist.

Die DE-PS 34 06 604 betrifft eine Heizeinrichtung, bei der die Heizzone mittels mehrerer Hoch- und Normaltemperaturstrahlungsheizelemente beheizt wird. Die Heizelemente sind dabei so angeordnet, daß die Heizstelle in zwei zueinander konzentrische Zonen aufgeteilt ist, wobei die innere Zone ausschließlich durch die vorzugsweise als Zuschaltheizelemente in der Ankochphase einsetzbaren Hochtemperaturstrahlungsheizelemente beheizbar ist und die äußere Zone durch die Normaltemperaturstrahlungsheizelemente. Eine vergleichbare Anordnung von mehreren Strahlungsheizelementen im Bereich einer Kochzone ist auch in der US-PS 4 639 579 zu finden.

Eine Heizeinrichtung mit einem Gasbrenner, der zwei unabhängig voneinander mit Gas beaufschlagbare Brennerkammern aufweist, die z.B. zueinander konzentrische Zonen im Kochzonenbereich begrenzen können, wird in der US-PS 4 083 355 beschrieben.

Bei den üblicherweise eingesetzten Glaskeramiken sind die maximalen Betriebstemperaturen auf 700 °C zu begrenzen. Um Überhitzungen der Glaskeramikheizfläche zu vermeiden, werden daher in der Regel sogenannte Schutztemperaturbegrenzer, z.B. zwischen den Heizelementen und der Glaskeramikfläche meist längs eines Durchmessers angeordnete Stabausdehnungsschalter, eingesetzt, die üblicherweise bei Überschreiten einer bestimmten Grenztemperatur die Heizeinrichtung ganz abschalten oder in ihrer Leistung vermindern. Nach Durchlaufen einer Hysteresis wird die volle Heizleistung wieder eingeschaltet. Aus der DE-OS 3 314 501 ist beispielsweise ein Stabausdehnungsschalter mit zwei unterschiedlichen Schältpunkten bekannt, der entsprechend bei zwei unterschiedlichen Temperaturen schaltet.

Aus der deutschen Patentschrift DE-PS 21 39 828 ist bekannt, daß Glas, Glaskeramik oder ähnliche Materialien einen von der Temperatur abhängigen elektrischen Widerstand besitzen, so daß daraus durch Aufbringen von Leiterbahnen, z.B. aus Edelmetallen, Temperaturmeßwiderstände mit steiler Widerstands-Temperatur-Kennlinie, ähnlich den der bekannten NTC-Widerstände, hergestellt werden können.

Diese Art von Temperatur-Sensoren werden in der DE-OS 37 44 372 in Verbindung mit entsprechender Beschaltung dazu benutzt, den o.g. Schutztemperaturbegrenzer vollkommen zu ersetzen. Dazu werden in jeder Kochzone jeweils zwei zueinander parallele Leiterbahnen, die jeweils einen streifenförmigen Glaskeramikwiderstand begrenzen, längs eines halben Durchmessers auf die Glaskeramikkochfläche aufgebracht.

Die Praxis hat gezeigt, daß anomale thermische Belastungszustände bei Glaskeramikkochflächen ihre Ursache meist in der Verwendung

schlechten Kochgeschirrs oder Fehlbedienungen haben.

So tritt z.B. bei Kochgeschirr mit unebener Auflagefläche ein örtlich unterschiedlicher Wärmeentzug in der Kochzone auf. Durch Unachtsamkeit kann leerkochendes Geschirr noch höhere Temperatur/Zeit-Belastungen für die Glaskeramik verursachen. Weitere Extrembelastungen verursachen Töpfe mit zu kleinen Durchmessern sowie versehentlich versetzt, d.h. nicht zentrisch aufgestellte Töpfe. In diesen Fällen wird die Kochzone in den vom Topf nicht abgedeckten Bereichen überhitzt. Die Obefflächentemperatur der Glaskeramik kann in solchen Fällen erheblich über den im Leerlauf, d.h. ohne Topf, gemessenen Temperaturen liegen. Temperaturerhöhungen von bis zu 200 K über der Oberflächentemperatur im Leerlauf sind möglich.

Diese anomalen thermischen Belastungen im Bereich der Kochzonen können sich im Laufe der Zeit zu hohen Temperatur/Zeit-Belastungen aufaddieren und die Zerstörung der Kochflächen zur Folge haben. Extrem hohe Temperaturen können das aufgesetzte Kochgeschirr und auch die Glaskeramikkochfläche beschädigen. Topfemaille kann beispielsweise bei versehentlich leerkochendem Stahlmail-Geschirr anschnmelzen. Ebenso kann leerkochendes Aluminium-Geschirr durch schmelzendes Aluminium die Glaskeramikoberfläche beschädigen.

Da in der Praxis sowohl schlechtes bzw. ungeeignetes Kochgeschirr verwendet wird als auch die o.g. Fehlbedienungen vorkommen, muß die maximale Oberflächentemperatur im Leerlauf begrenzt werden. Aus dem gleichen Grund ist die spezifische Leistungsdichte der Heizeinrichtungen, bezogen auf die Fläche der beheizten Zone, auf derzeit ca. 7 Watt/cm² begrenzt.

Die oben geschilderten anomalen Belastungszustände können einerseits zur Beschädigung der Glaskeramikkochfläche führen und andererseits den Wirkungsgrad des Kochsystems erheblich verschlechtern.

Es ist zwar bekannt, daß bei schlechtem Kochgeschirr die von der Heizenrichtung angebotene mittlere Leistung gesteigert werden kann, wenn die Leerlaufjustierung der Heizeinrichtung erhöht wird. Dies führt in der Regel zu einer Verkürzung der Ankochdauer. Allerdings ist bei ständiger Verwendung dieses Geschirrs durch die Erhöhung der Leerlaufjustierung das Überschreiten der Temperatur/Zeit-Belastungsgrenze und damit die mögliche Zerstörung der Glaskeramikkochfläche nicht auszuschließen.

Bei Verwendung guten Kochgeschirrs kann mit dieser Methode keine Steigerung der mittleren Leistung erzielt, und damit verbunden, die Ankochdauer gesenkt werden. Gutes Kochgeschirr entzieht

der Glaskeramik so viel Wärme, daß der Schutztemperaturbegrenzer während der Ankochvorgänge selten oder überhaupt nicht anspricht. In der Regel steht bei Ankochvorgängen in Verbindung mit gutem Kochgeschirr immer die volle Nennleistung der Heizeinrichtung zur Verfügung. Die Leistungsfähigkeit läßt sich hier nur durch Anheben der Heizleistung und durch gleichzeitige Anhebung der Leerlaufjustierung des Schutztemperaturbegrenzers mit den bereits geschilderten Nachteilen steigern.

Die Aufgabe der Erfindung ist, ein verbessertes Verfahren zur Leistungssteuerung und -begrenzung bei einer Heizfläche aus Glaskeramik oder einem vergleichbaren Material, insbesondere bei einer Glaskeramikkochfläche bereitzustellen, welches es ermöglicht, auch bei Verwendung schlechten Kochgeschirrs das Kochsystem optimal zu nutzen, dabei aber die thermische Belastung der Heizfläche gering zu halten.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine geeignete Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bei einem Kochfeld mit Glaskeramikkochfläche bereitzustellen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Eine geeignete Vorrichtung ist im Patentanspruch 5 beschrieben.

Nach der Erfindung ist vorgesehen, mit mehreren voneinander unabhängigen, im Bereich einer Heizzone angeordneten Temperatursensoren, die beispielsweise bei einem Kochfeld in die Kochzonenfläche integriert sein können, die Temperaturverteilung in der Heizzone, insbesondere örtliche Überhitzungen, zu erfassen und mit den daraus gewonnenen Temperatursignalen die der Heizzone zugeordneten Heizelemente bzw. die Heizkreise unabhängig voneinander derart zu schalten und zu steuern, daß die Leistungsverteilung und damit die Flächenbelastung der Heizzone an den örtlich unterschiedlichen Wärmefluß, der zum Beispiel bei Kochfeldern von der Geometrie der Auflagefläche der aufgesetzten Töpfe abhängig ist, angepaßt wird.

An Stellen des größten Energieentzugs erfolgt die Beheizung somit z.B. auch bei schlechter Topfqualität mit optimaler Heizleistung, während an Stellen mit geringem Wärmeentzug durch Verminderung, z.B. Takten, der Heizleistung Überhitzungen vermieden werden.

Die Umwandlung der Temperaturmeßsignale in Steuersignale für die Leistungsverorgung der Heizelemente erfolgt mit Hilfe an sich bekannter Steuer- und Regeleinrichtungen.

Im einfachsten Fall wird bei Überschreiten einer vorgegebenen Schwellentemperatur die Leistungszufuhr für die Heizelemente so lange unterbrochen, bis die Temperatur in dem zugeordneten überhitzten Kochzonenbereich wieder unterhalb der

Schwellentemperatur liegt. Danach wird wieder die volle Heizleistung zugeschaltet.

Bei Kochfeldern werden kürzere Kochzeiten jedoch dann erzielt, wenn die Leistungszufuhr für die Heizelemente in zeitlichen Abständen stetig oder stufenweise, beispielsweise jeweils auf ein um wenigstens 10 % vermindertes Niveau, so lange reduziert wird bis die Heizleistung der Heizelemente optimal an den maximal möglichen Wärmeentzug in dem zugeordneten Bereich der Heizzone angepaßt ist.

Die stufenweise Leistungsreduzierung bei unterschiedlichen Schalttemperaturen kann in an sich bekannter Weise derart erfolgen, daß für jede Schalttemperatur ein gesonderter Temperatursensor in dem dem jeweiligen Heizelement zugeordneten Bereich der Heizzone vorhanden ist. Es ist jedoch von Vorteil, für diesen Zweck nur einen einzigen Temperatursensor zu verwenden, dem ein Schalt- und Steuerorgan nachgeschaltet ist, das nacheinander bei unterschiedlichen Temperaturen auf verschiedene Leistungsniveaus zurückschaltet.

Voneinander unabhängige Temperatursensoren im Sinne dieser Erfindung können beispielsweise elektromechanisch arbeitende Temperaturfühler mit mehreren voneinander unabhängigen Schaltkontakten, wie zum Beispiel die bekannten Stabausdehnungsschalter, zum Beispiel in Form von Kapillaren mit Salzschnmelzenfüllung, mit mehreren, jedoch wenigstens zwei, voneinander unabhängigen Schaltkontakten sein. Dabei sollte vorteilhafterweise der Schaltkontakt, der die maximale Oberflächentemperatur begrenzt, bei einer Temperatur ansprechen, die wenigstens 10 K über den Schalttemperaturen der übrigen Schaltkontakte liegt, mit deren Hilfe die Leistungsreduzierung vorgenommen wird.

Als Temperatursensoren können auch Wärmeleit-Stäbe oder -bleche oder dergleichen verwendet werden, an die außerhalb des Heizkörpers bzw. der beheizten Zone der eigentliche Temperatursensor angekoppelt ist.

Bei Kochfeldern mit Kochzonen mit im wesentlichen kreisförmigen Geometrien lassen sich mit Hilfe von Stabausdehnungsschaltern, die längs eines Halb- oder Durchmessers der Kochzone angeordnet sind, die meisten der bekannten anomalen Belastungsfälle, nämlich solche, die zu einer radial-symmetrischen Temperaturverteilung im Kochzonenbereich führen, vollständig erfassen. Lokal auftretende Temperaturspitzen können damit jedoch nicht detektiert werden. Zudem ist die Temperaturüberwachung nur indirekt möglich, da der Stabausdehnungsschalter keinen direkten Kontakt zur Glaskeramikunterseite besitzt, da er nur im Raum zwischen Heizquelle und Glaskeramikunterseite angeordnet ist.

Eine flächendeckende Temperaturüberwachung läßt sich beispielsweise mit Hilfe von Tem-

peratursensoren, die aus rasterartig im Bereich der Heizzone angeordneten Thermoelementen oder anderen geeigneten Temperaturfühlern bestehen, erreichen. Um einen ausreichenden thermischen Kontakt zur Heizfläche zu gewährleisten, müssen diese an die Heizfläche angedrückt werden. Ebenso lassen sich solche Temperatursensoren in die Heizfläche integrieren. So können beispielsweise Thermoelemente in die Heizfläche eingelassen oder eingewalzt werden.

Bevorzugt werden die aus der DE-PS 21 39 828 bekannten; in die Heizflächen integrierten Temperatursensoren verwendet. Dazu werden auf der Heizfläche im Bereich der Heizzonen in an sich bekannter Weise zwei parallele Leiterbahnen, beispielsweise mittels Siebdruck oder Aufdampfen oder anderer Methoden, aufgebracht und anschließend eingebrannt. Der sehr stark temperaturabhängige elektrische Widerstand der zwischen den Leiterbahnen eingegrenzten Glaskeramik stellt den eigentlichen Temperatursensor dar.

Mit dieser Methode lassen sich auf einfache Art großflächige Temperatursensoren mit beliebiger Gestalt realisieren, die eine flächendeckende Temperaturüberwachung zulassen. Damit lassen sich beispielsweise auch großflächige Wärmestraher und Wärmetauscher mit Heizflächen aus Glaskeramik, Glas oder ähnlichen Materialien überwachen und steuern.

Die geometrische Anordnung der Leiterbahnen im Bereich einer Heizzone wird zweckmäßigerweise an die geometrische Anordnung der Heizelemente sowie an die erwartete Temperaturverteilung bei bekannten anomalen thermischen Belastungsfällen angepaßt.

Die Temperatursensoren erfassen vorteilhafterweise alle wesentlichen Teile der den Heizelementen zugeordneten beheizten Bereiche der Heizzone, so daß auch lokale Überhitzungen erfaßt werden. Beispielsweise können über Heizwendelschleifen oder im Bereich von Flammenspitzen, z.B. bei Gas-Beheizung, an diesen Stellen gegenüber benachbarten Stellen höhere Temperaturen auftreten. Diese Temperaturspitzen müssen erfaßt werden, da sonst an diesen Stellen die Heizfläche beschädigt werden kann.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert:

Es zeigen:

Figur 1

in einer schematischen Darstellung eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einem Haushaltskochfeld mit Glaskeramik Kochfläche, wobei zwei ringförmige, zueinander konzentrisch angeordnete Temperatursensoren entsprechend der Anordnung der Heizkreise eines Zweikreisheizelements den Mitten- und den Randbereich einer Kochzone

Überwachen;

Figur 2,

die Vorrichtung aus Figur 1 in einer Längsschrittdarstellung;

Figuren 3a und 3b

eine Sensoranordnung für nichtrunde Mehrkreisheizelemente

Figur 4

zur Verdeutlichung der Funktionsweise eines Glaskeramik-Temperaturmeßwiderstandes in einer schematischen Darstellung einen vergrößerten Ausschnitt aus einer Anordnung aus zwei parallel verlaufenden Leiterbahnen mit dazwischenliegendem Glaskeramikwiderstand;

Figur 5a

in einer schematischen Darstellung eine bekannte Schaltungsanordnung für die Sensoranordnung aus Figur 1 zur Einstellung des Temperaturbereichs mit größter Meßempfindlichkeit;

Figur 5b

in einer schematischen Darstellung eine bekannte Schaltungsanordnung für die Sensoranordnung aus Figur 1 zur Umwandlung der Temperaturmeßsignale in Steuersignale für die Leistungsverorgung der Heizkreise.

Figur 6

für eine mit einem Zweikreisheizelement beheizte Kochzone für vier verschiedene Belastungsfälle den Verlauf der Sensorsignale mit der Zeit bei einer Leistungssteuerung und -begrenzung gemäß der Erfindung.

Die Figuren 1 und 2 zeigen beispielhaft eine Vorrichtung, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einem Kochfeld mit Glaskeramikkochfläche besonders geeignet ist.

In der vorliegenden Anordnung sind innerhalb der Kochzone (1) eines Glaskeramikkochfeldes auf der Glaskeramikunterseite Leiterbahnen (2) aus Gold angeordnet. Die Leiterbahnführung ist derart gewählt, daß der Außenkreis (3a) und der Innenkreis (3b) eines Zweikreis-Heizelements (4) jeweils mit ringförmig ausgebildeten Leiterbahnen abgedeckt sind. Die Anschlußbereiche (5) liegen zum Schutz gegen thermische Belastungen außerhalb der Kochzone (1).

Figur 2 zeigt die Anordnung, bestehend aus der Glaskeramikplatte (6), dem Zweikreis-Heizelement (4) mit den Heizwendeln (4a) und den auf der Unterseite der Glaskeramik aufgedruckten Leiterbahnen (2) sowie den Anschlußbereichen (5) im Schnitt.

Die Erfindung ist keineswegs auf die Verwendung der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Zweikreis-Heizelemente beschränkt. Prinzipiell kann jede Heizeinrichtung verwendet werden, die sich im Bereich einer Kochzone aus mehreren unabhängig voneinander schalt- und steuerbaren Heizelementen zusammensetzt. Die Erfindung kann

z.B. auch bei Gasbrennern zur Anwendung kommen, so z.B. auch bei dem aus der US-PS 4 083 355 bekannte Gasbrenner mit zwei voneinander unabhängig mit Brennstoff beaufschlagbaren Brennerkammern.

Die Heizelemente können z.B. in einem Raster unterhalb der Kochzone angeordnet sein. Vorteilhafterweise ist die geometrische Anordnung der Heizelemente jedoch an die Geometrie des Kochgeschirrs bzw. an die Temperaturverteilung im Kochzonenbereich bei bekannten anomalen thermischen Belastungsfällen angepaßt, so daß eine wirkungsvolle Steuerung der Leistungsverteilung, an den örtlich unterschiedlichen Wärmeentzug möglich wird.

Bei den bei Kochfeldern mit Glaskeramikkochfläche möglichen Fehlbedienungen und/oder Unzulänglichkeiten des Kochgeschirrs tritt i.a. ein unterschiedlicher Wärmeentzug im Rand- und Mittenbereich der Kochzone auf. Die Verwendung von Mehrkreisheizelementen (mit und ohne Isolationsbarriere zwischen den Heizkreisen) - insbesondere Zweikreisheizelementen mit zwei zueinander konzentrischen Heizkreisen - die eine getrennte Beheizung von Rand- und Mittenbereich zulassen, ist daher für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders vorteilhaft. Es kann dabei je nach Anwendungsfall zweckmäßig sein, die einzelnen Heizkreise für unterschiedliche Flächenbelastungen auszulegen. Mit Hilfe einer ringförmigen Anordnung der Leiterbahnen über den Heizkreisen ist nicht nur eine wirkungsvolle Überwachung der den einzelnen Heizkreisen zugeordneten Bereiche der Kochzone möglich, es werden damit auch alle für einen Belastungsfall relevanten Stellen im Bereich der Kochzone erfaßt.

Die Leiterbahnen (2) decken nur einen geringen Teil der Kochzone ab. Bevorzugt sind Leiterbahnbreiten von < 3 mm. Im vorliegenden Fall sind die Leiterbahnen 1-2 mm breit, so daß die Gesamtfläche der Leiterbahnen in Bezug auf die Fläche der beheizten Zone klein ist. Eine Beeinflussung des Gesamtwärmefflusses wird dadurch minimiert. Der Flächenwiderstand dieser Leiterbahnschichten ist $\leq 50 \text{ m}\Omega/\text{cm}^2$ bei Schichtdicken unter $1 \mu\text{m}$.

Man erhält so zwei voneinander unabhängige Temperatursensoren, die die beiden Heizkreise (3a) und (3b) getrennt überwachen. Analog zu der oben beschriebenen Anordnung werden für andere, nichtrunde Heizelemente den jeweiligen Umrissen bzw. Geometrien angepaßte Leiterbahnanordnungen gewählt, mit denen die einzelnen Kochzonenbereiche getrennt überwacht werden. Figur 3a und 3b zeigen entsprechende Anordnungen für eckige und ovale Mehrkreis-Heizelemente.

Die parallel geführten Leiterbahnen (2) innerhalb der Kochzone (1) begrenzen schmale kreis- oder linienförmige Temperaturmeßzonen, in denen

das von den Leiterbahnen eingegrenzte Glaskeramik-Volumen als temperaturabhängiger Widerstand dient. Die elektrische Leitung der Glaskeramik beruht, wie bei Gläsern, auf der Ionenleitung. Die Abhängigkeit wird durch das Gesetz von Rasch und Hinrichsen beschrieben:

$$R = a \cdot \exp(b/T) \quad (\text{Gl. 1})$$

R ist der spezifische Widerstand der Glaskeramik in $\text{Ohm} \cdot \text{cm}$ bei der absoluten Temperatur T in Kelvin.

a und b sind von der Geometrie der Leiterbahnen und von der Glaskeramik abhängige Konstanten (a in $\text{Ohm} \cdot \text{cm}$ und b in K).

Der Temperaturkoeffizient dieser Meßwiderstände ist negativ. Er ist stark temperaturabhängig und beträgt z.B. für Glaskeramiken des Systems $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Li}_2\text{O}$ bei 300°C $3.3\% / ^\circ\text{C}$.

Der elektrische Gesamtwiderstand einer solchen Anordnung setzt sich aus beliebig vielen parallel geschalteten differentiellen Widerständen mit negativem Temperaturkoeffizienten zusammen und läßt sich durch die nachfolgende Gleichung ausdrücken:

$$1/R = 1/R_1(T) + 1/R_2(T) + \dots + 1/R_i(T) + \dots + 1/R_n(T) \quad (\text{Gl. 2})$$

Der temperaturabhängige Widerstand jedes differentiellen Widerstands $R_i(T)$ läßt sich durch die nachfolgende Gleichung ausdrücken

$$R_i(T_i) = l_i/A_i \cdot a \cdot \exp(b/T_i) \quad (\text{Gl. 3})$$

worin l_i die Länge in cm und A_i die Querschnittsfläche in cm^2 eines jeden differentiellen Glaskeramik-Widerstands darstellen. Die Konstanten a und b sind von der Geometrie der Leiterbahnen und von der Glaskeramik abhängige Konstanten (a in $\text{Ohm} \cdot \text{cm}$ und b in Kelvin). T_i ist die absolute Temperatur eines jeden differentiellen Widerstands in Kelvin.

Der elektrische Gesamtwiderstand wird durch den kleinsten Widerstand an der Stelle der höchsten Temperatur der Sensorzonen bestimmt, woraus eine automatische Anzeige der Maximaltemperatur in der jeweiligen Sensorzone resultiert. Lokal auftretende hohe Temperaturen bewirken, daß ein oder mehrere differentielle Widerstände im Verhältnis zu den anderen differentiellen Widerständen, die in kälteren Zonen liegen, niederohmig werden, so daß der Gesamtwiderstand eines Sensors nach Gl. 2 sehr klein wird.

Figur 4 zeigt zur Verdeutlichung schematisch einen Ausschnitt von den gegenüber liegenden Leiterbahnen (2). Die dazwischen eingegrenzte Glaskeramik läßt sich als Parallelschaltung vieler tem-

peraturabhängiger differentieller Widerstände auffassen.

Bei niedrigen Temperaturen besitzt diese Anordnung gemäß der Gl. 2 und 3 einen sehr hohen Widerstand. Bei höheren Temperaturen, beispielsweise den typischen Temperaturen, die im Leerlauf gemessen werden, nimmt der Widerstand um mehrere Größenordnungen ab. Ebenso nimmt der Widerstand erheblich ab, wenn nur in einem kleinen Bereich der Glaskeramik hohe Temperaturen auftreten, z.B. beim versetzten Topf. Ein Temperaturausgleich zwischen benachbarten Zonen, die unterschiedliche Temperaturen besitzen, findet aufgrund der geringen Wärmeleitung bei Glas, Glaskeramik oder ähnlichem Material mit einem λ von typisch kleiner 2 W/mK kaum statt.

Die Umsetzung der temperaturabhängigen Leitfähigkeitsänderung der Glaskeramik in ein Meßsignal läßt sich in einem mit Wechselspannung versorgten Spannungsteiler realisieren, in dem ein Widerstand durch den temperaturabhängigen Widerstand der Sensorflächen gebildet wird. Die Festwiderstände des Spannungsteilers müssen, abhängig von der Sensorgeometrie so gewählt werden, daß bei Temperaturen, die die zulässige Temperatur/Zeit-Belastung überschreiten, für die Weiterverarbeitung ausreichende Signaländerungen am Spannungsteiler abgegriffen werden können. Der Temperaturbereich, in dem der größte Signalhub auftritt, kann durch Anpassen der Festwiderstände geändert werden. Die Festwiderstände dienen gleichzeitig der Strombegrenzung.

Die Wechselspannung ist erforderlich, Polarisations-effekte der Glaskeramik und die damit verbundene elektrochemische Zersetzung aufgrund der Ionenwanderung zu vermeiden. Bevorzugt werden für die anliegende Wechselspannung Frequenzen, die im Bereich zwischen 50 Hz und 1000 Hz liegen.

Figur 5a zeigt schematisch die Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung, wobei jeweils ein Spannungsteiler (7) für jeden Temperatursensor dargestellt ist. Beide Spannungsteiler werden von einer Wechselspannungsquelle (8), hier als Transformator dargestellt, versorgt. Damit ist sichergestellt, daß die Glaskeramik, hier als temperaturabhängiger Widerstand (9) dargestellt, nicht von Gleichstrom durchflossen wird. Die beiden Festwiderstände (10a) und (10b) wurden so gewählt, daß eine große Signaländerung im Bereich von 500 bis 600°C auftritt. Dieser Temperaturbereich ist charakteristisch für die in der Praxis vorkommenden Oberflächentemperaturen innerhalb der Kochzonen (1) von Glaskeramik-Kochfeldern.

Über eine Gleichrichterschaltung wird das am Spannungsteiler anstehende Wechselspannungssignal gleichrichtet und einer geeigneten elektronischen Schaltung zugeführt. Dies können Opera-

tionsverstärker, die als Komparatoren geschaltet sind, oder andere aus der Elektronik bekannte Schaltungen und Bauelemente, wie μ -Prozessoren oder dergleichen sein.

Die von den Sensoren gelieferten Signale werden in diesen Schaltungen derart verarbeitet, daß an deren Ausgang ein Signal zur Verfügung steht, mit dem sich die einzelnen Heizkreise über Relais oder Leistungs-Halbleiterbauelemente, wie Triac's oder MOS-FET's steuern lassen. Die Leistungssteuerung kann beispielsweise mittels Phasenschnitt, Halb- oder Vollwellenpaketsteuerung mit unterschiedlichen Tastverhältnissen erfolgen, so daß auch stetige Temperaturregelungen möglich werden. Das Ausgangssignal der Steuerelektronik kann dabei auch über Optokoppler oder andere Schaltungen, die der galvanischen Trennung zwischen Steuerelektronik und Leistungsteil dienen, den oben beschriebenen Halbleiterbauelementen zugeführt werden. Ebenso lassen sich sogenannte Nullspannungsschalter realisieren, die die einzelnen Heizkreise der Heizelemente nur im Spannungsnulldurchgang schalten.

In der bestehenden Anordnung (Figur 5b) wird das am Spannungsteiler (7) abgegriffene Signal über eine Gleichrichterschaltung (11) dem einen Eingang eines als Komparator geschalteten Operationsverstärkers (12) zugeführt. Der Komparator hat die Aufgabe, das von der Sensoranordnung stammende temperaturabhängige Signal mit einem fest eingestellten Spannungswert, der Schwellenspannung U_s in Figur 5b zu vergleichen. Liegt die Spannung vom Sensor über der Schwellenspannung, was in der vorliegenden Anordnung bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen der Fall wäre, z.B. bei Verwendung guten Geschirrs, wird der Ausgang des Komparators durchgeschaltet. Dieses Signal wird über eine Diode (13) und einen Optokoppler (14) einem Halbleiter-Wechselstromschalter (Triac) mit integriertem Nullspannungsschalter (15) zugeführt, der die Heizwendel (4a) eines Heizkreises steuert. Besonders wichtig ist dabei, daß in der vorliegenden Anordnung eine galvanische Trennung zwischen elektronischer Meßschaltung und Leistungsteil gegeben ist.

Bei Unterschreiten der Schwellenspannung mit zunehmender Temperatur schaltet der Ausgang des Komparators (12) auf negatives Potential. Die Diode (13) sperrt, so daß der Triac (15) ebenfalls sperrt. Der entsprechende Heizkreis wird abgeschaltet. Die Temperatur der Glaskeramik nimmt infolgedessen wieder ab, wodurch sich der elektrische Widerstand der Sensoren wieder erhöht. Dadurch steigt die Spannung am Ausgang des Spannungsteilers wieder an. Sobald die gleichgerichtete Spannung U_i bzw. U_a wieder über der Schwellenspannung U_s liegt, schaltet der Ausgang des Komparators (12) wieder auf positives Potential, wo-

durch über die nun wieder leitende Diode der Triac (15) im Nulldurchgang zündet und damit die entsprechende Heizwendel eingeschaltet wird. Mit dieser Anordnung wird somit, getrennt für jeden Heizkreis, eine Regelung ermöglicht.

Für die Praxis hat dies folgende Auswirkungen: Bei Verwendung guten Geschirrs bleibt die Oberflächentemperatur der Glaskeramik sowohl im Außenkreis (3a) als auch im Innenkreis (3b) unterhalb einer der Schwellenspannung entsprechenden Temperatur. Die Ausgänge der beiden Komparatoren besitzen ein positives Potential, so daß beide Heizkreise eingeschaltet sind und somit ihre volle Nennleistung abgeben können. Figur 6a zeigt den zeitlichen Spannungsverlauf für U_i (Innenkreis) und U_a (Außenkreis).

Bei Kochgeschirr mit eingezogenem Boden erhitzt sich die Glaskeramik unter dem Topfboden aufgrund des schlechten Wärmeentzugs im Bereich des Innenkreises wesentlich stärker als im Außenbereich der Kochzone (1), da im Außenbereich die Glaskeramik in Kontakt mit dem Topfboden steht. Für den Innenkreis ist die Folge, daß die Schwellenspannung durch die höhere Temperatur unterschritten wird. Die Leistung des Innenkreises wird daher im zeitlichen Mittel so weit reduziert, daß ein Überschreiten der Temperatur/Zeit-Belastungsgrenze für die Glaskeramik ausgeschlossen ist. Figur 6b zeigt den typischen Verlauf für U_i und U_a . Deutlich ist für den Innenkreis das Takten bei Erreichen der Schwellenspannung U_s zu erkennen. Die Hysteresis läßt sich durch geeignete Beschaltung des Komparators (12) einstellen. Im Falle eines Topfes mit nach außen gewölbtem Boden sind die Verhältnisse ähnlich, nur wird entsprechend der Lage der überhitzten Zone im Außenbereich der Kochzone nicht die Leistung für den inneren, sondern für den äußeren Heizkreis reduziert.

Bei den ebenfalls möglichen Belastungsfällen "versetzter Topf" oder "zu kleiner Topf", erhitzt sich der Außenbereich der Kochzone stärker als der Innenbereich, so daß die mittlere Leistung im Außenheizkreis entsprechend reduziert wird, Figur 6c.

Für den Fall, daß ein Topf leerkocht, steigt die Temperatur der Glaskeramik im Innen- und Außenbereich stark an. In diesem Fall wird bei beiden Heizkreisen die Leistung reduziert, Figur 6d.

Mit der oben beschriebenen Anordnung wird erreicht, daß die dem Topf zugeführte Leistung optimal an dessen Qualität angepaßt wird. Töpfen mit guter Qualität wird aufgrund des guten Wärmeentzugs die volle Nennleistung zur Verfügung gestellt, die, bezogen auf die Fläche der Kochzone, erheblich über der bisher in Glaskeramikkochfeldern eingesetzten Heizelemente liegen kann. Dadurch wird die Leistungsfähigkeit des Kochsystems wesentlich gesteigert.

Bei Verwendung schlechter Topfqualitäten oder bei Fehlstellungen des Kochgeschirrs wird die Leistungsverteilung so geändert, daß unter dem Topfboden die Temperatur/Zeit-Belastung der Glaskeramik reduziert wird. In den Bereichen der Kochzone, in denen der Topf aufsteht und ein guter Wärmeentzug stattfindet, wird eine gegenüber herkömmlichen Beheizungssystemen erhöhte Leistungsdichte beibehalten, während in Bereichen mit schlechtem Wärmekontakt die Leistung entsprechend reduziert wird. Insgesamt wird damit bei Ankochvorgängen mit schlechtem Geschirr die Ankochdauer infolge der höheren angebotenen mittleren Leistung verringert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Leistungssteuerung und -begrenzung bei einer mehrere Heizzonen besitzenden Heizfläche aus Glaskeramik oder einem vergleichbaren Material, insbesondere einer Glaskeramikkochfläche, wobei die Heizzonen der Heizfläche in an sich bekannter Weise mit Heizeinrichtungen mit mehreren unabhängig voneinander schalt- und steuerbaren Heizelementen beheizt werden,
dadurch gekennzeichnet,
daß mittels mehrerer, voneinander unabhängiger Temperatursensoren, die im Bereich der Heizzone angeordnet sind, alle für einen Belastungsfall wesentliche Stellen der Bereiche erfaßt werden,
und daß die einzelnen im Bereich der Heizzone angeordneten Heizelemente aufgrund der von den Temperatursensoren ermittelten Werte unabhängig voneinander so geschaltet und gesteuert werden,
daß die Leistungsverteilung im Heizonenbereich weitgehend an den örtlich unterschiedlichen Wärmeentzug angepaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die den einzelnen Heizelementen zugeführte Leistung in zeitlichen Abständen stufenweise oder stetig an den maximal möglichen Wärmeentzug in den den Heizelementen zugeordneten Bereichen der Heizzone angepaßt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei einer Glaskeramikkochfläche der Rand- und der Mittenbereich der Kochzone unabhängig voneinander beheizt und überwacht werden.
4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprü-

che 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Temperaturüberwachung und -steuerung der Heizfläche der temperaturabhängige, elektrische Widerstand des Heizflächenmaterials gemessen wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1-4, bei einem Kochfeld mit Glaskeramikkochfläche und Heizeinrichtungen mit mehreren unabhängig voneinander schalt- und steuerbaren Heizelementen im Bereich einer Kochzone,
gekennzeichnet durch
mehrere voneinander unabhängige Temperatursensoren im Bereich der Kochzone, die so angeordnet sind, daß alle für einen Belastungsfall wesentlichen Stellen erfaßbar sind,
sowie in Wirkverbindung mit den Sensoren stehende geeignete Steuer- und Regeleinrichtungen zur Steuerung und Begrenzung der Leistungszufuhr für die Heizelemente.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Heizeinrichtungen an sich bekannte Mehrkreisheizelemente sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Heizeinrichtungen an sich bekannte Zweikreisheizelemente sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die einzelnen Heizkreise jeweils für unterschiedliche Flächenbelastungen ausgelegt sind.
9. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Temperatursensoren an sich bekannte, streifenförmige, in der Heizfläche durch parallele Leiterbahnen begrenzte und kontaktierte Glaskeramiktemperaturmeßwiderstände sind.

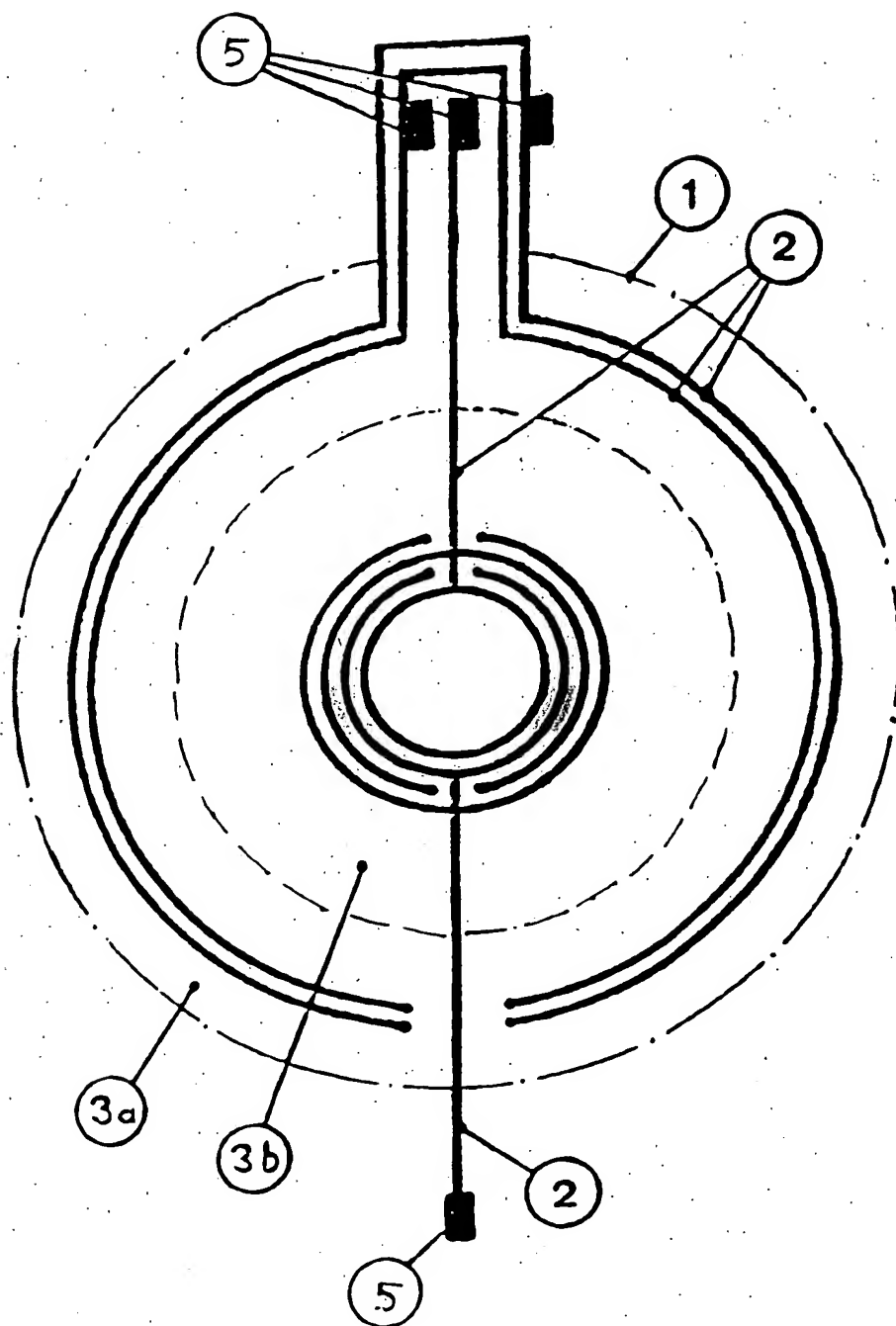


Fig. 1

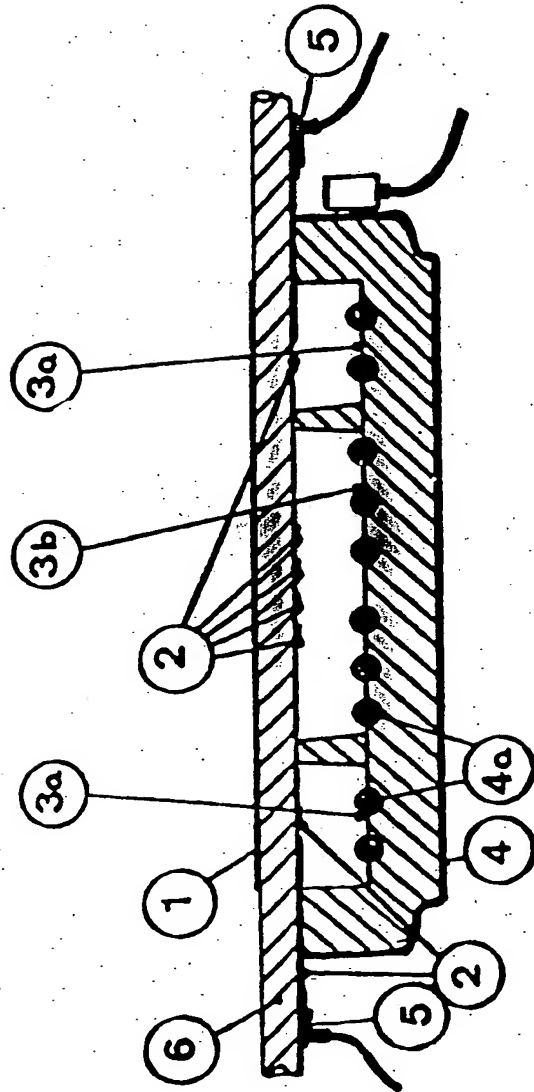


Fig. 2

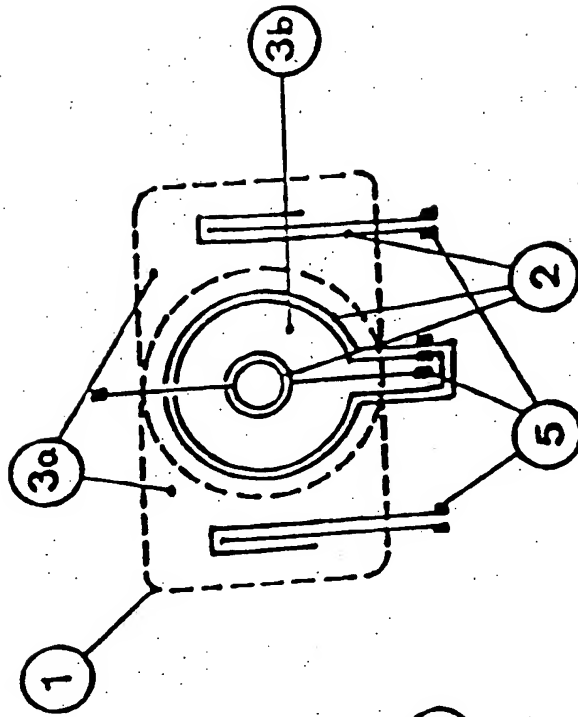


Fig. 3a

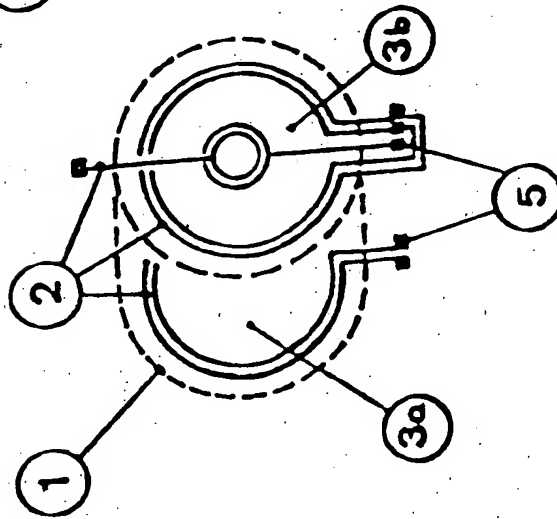


Fig. 3b

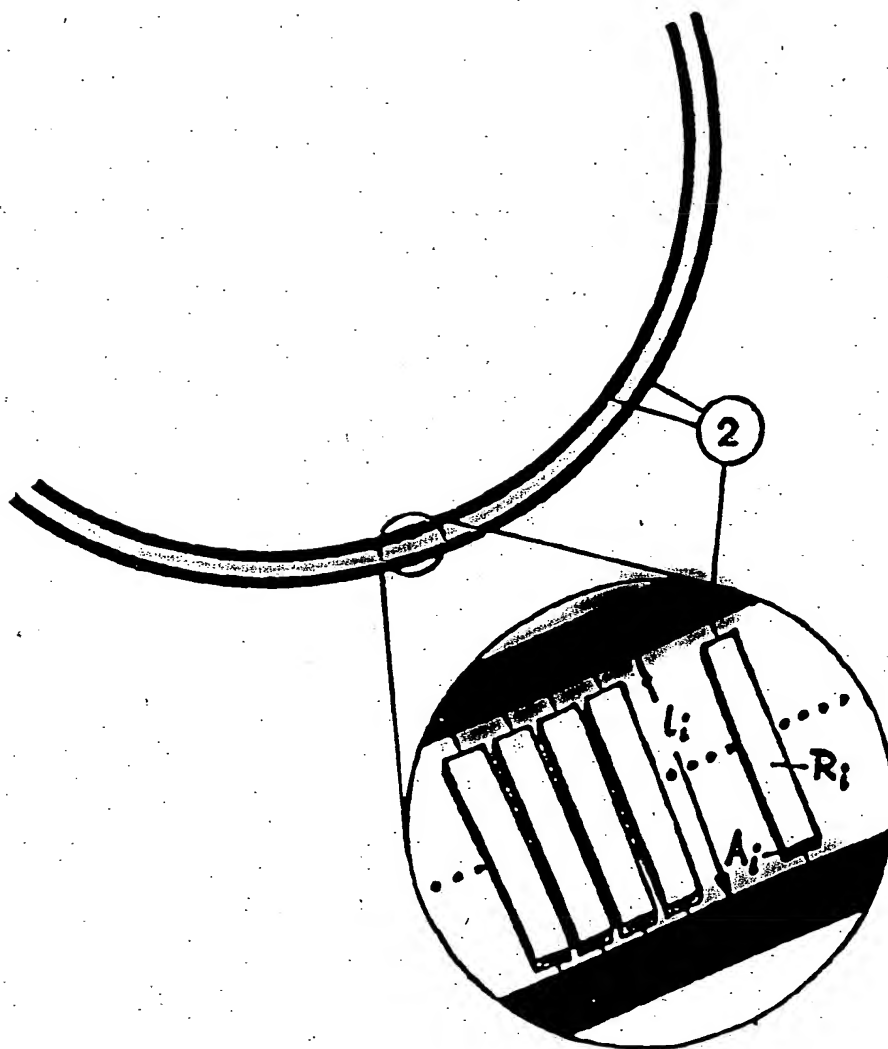


Fig. 4

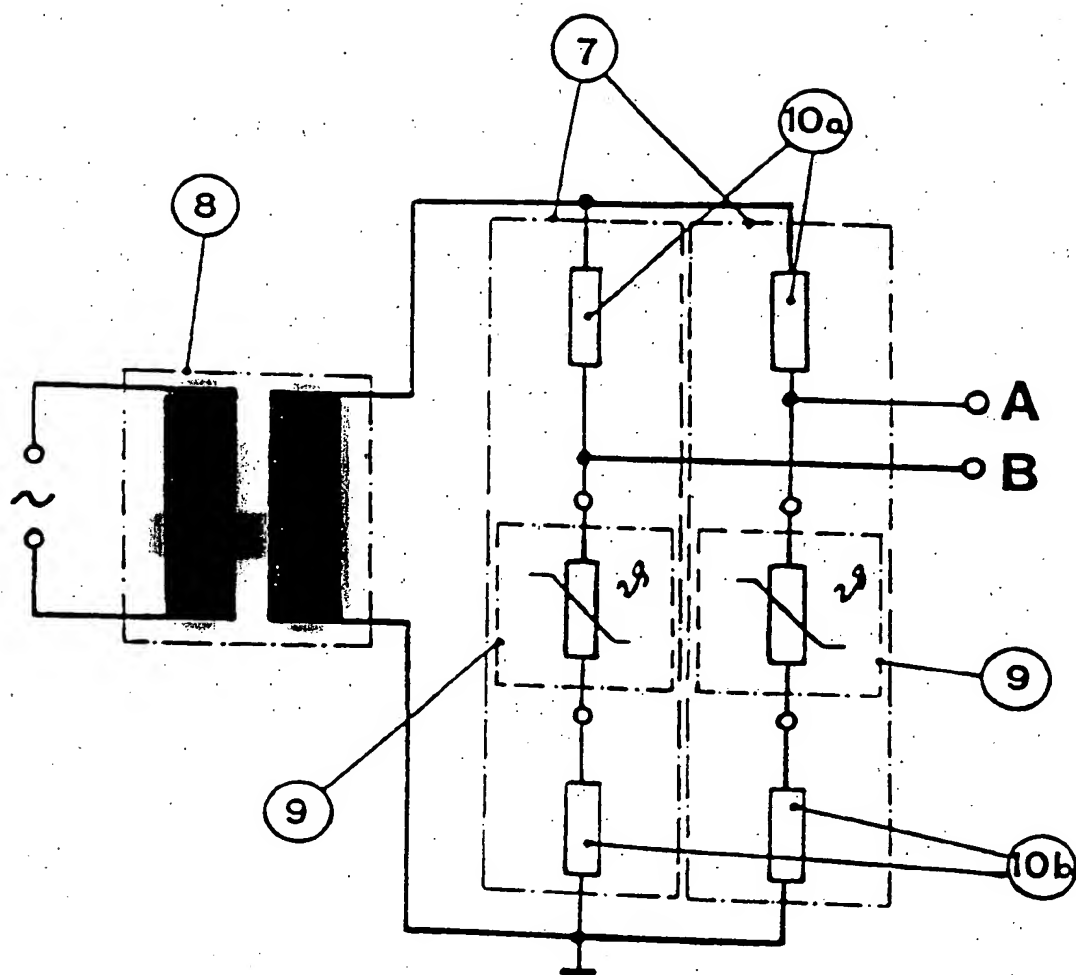


Fig. 5a

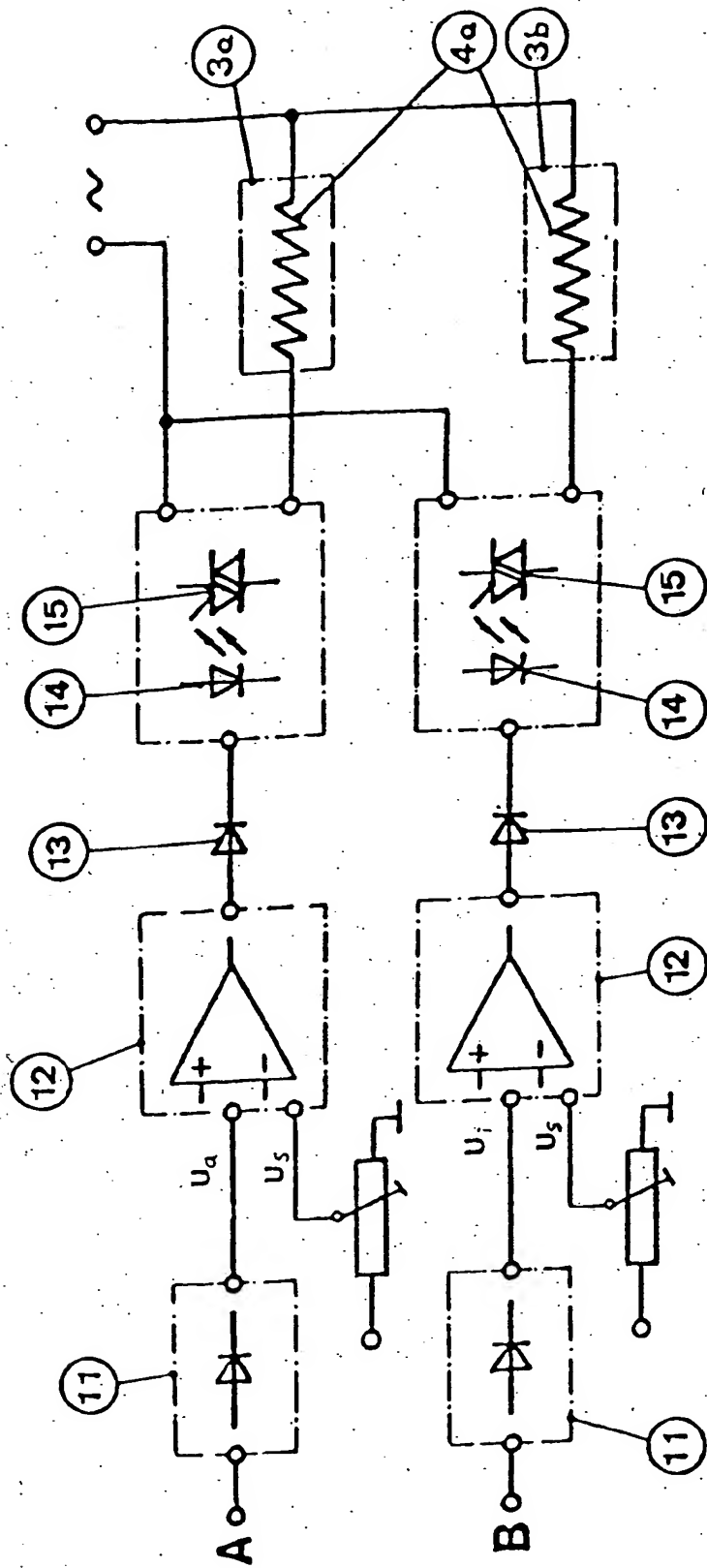


Fig. 5b

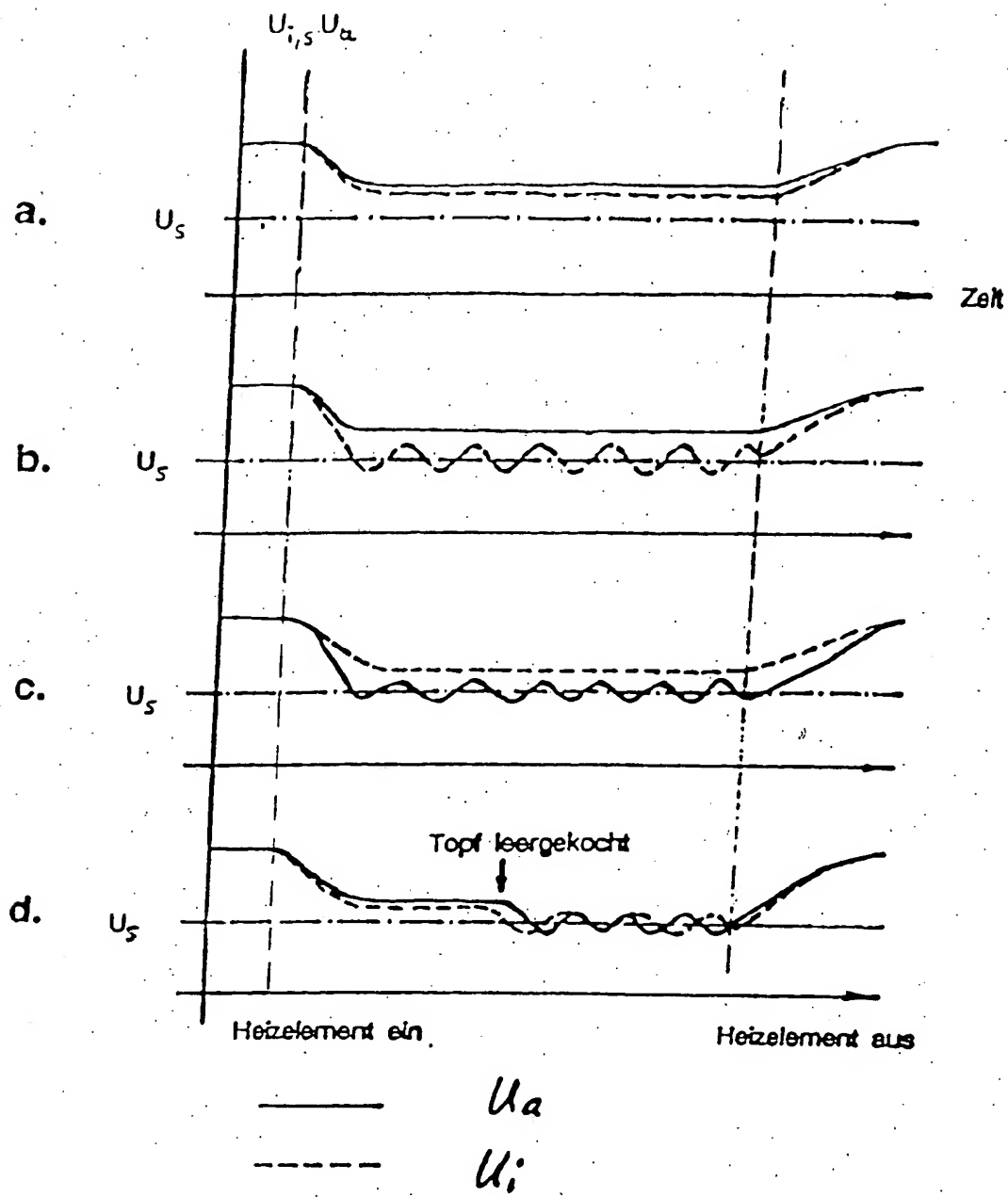


Fig. 6

PAGE BLANK (USPTO)